

фізичних досліджень. – 1999. – Т. 3, № 4. – С. 513–518. 3. Говор Н.В., Крочук А.С., Чорний З.П. Термоиндуцированные дырочные процессы в кристаллах $SrCl_2-Me^+$ // ФТТ. – 1993. – Т. 35, № 12. – С. 3308–3310. 4. Чорний З.П., Качан С.І., Щур Г.О., Салапак В.М., Кульчицький А.Д. Термо- і фотоіндуковані перетворення центрів забарвлення в кристалах $SrCl_2-Me^+$ // Вісник ДУ “Львівська політехніка”. – 2000. № 401. – С. 73–78. 5. Чорний З.П. F_A' -центри в кристалах $VaCl_2$ // Вісник ДУ “Львівська політехніка”. – 1998. – № 357. – С. 113–118. 6. Чорний З.П., Качан С.І., Щур Г.О., Салапак В.М. Термічний відпал M_A^+ -центрів у кристалах CaF_2-Me^+ // Вісник ДУ “Львівська політехніка”. – 1998. – № 362. – С. 87–93. 7. Чорний З.П. Іонні процеси в радіаційно забарвлених кристалах галогенідів двовалентних металів: Дис. ... д-ра фіз.-мат. наук, 2000 р. 8. Говор М.В., Крочук А.С., Чорний З.П., Щур Г.О. Про силу осциляторів електронних центрів забарвлення у кристалах зі структурою флюориту // УФЖ. – 1994. – Т. 39, № 9–10. – С. 966–969. 9. Говор М.В., Крочук А.С., Чорний З.П. Тунельний механізм рекомбінації центрів забарвлення в кристалах $SrCl_2-Me^+$ // УФЖ. – 1993. – 38, № 9. – С.1315–1320.

УДК 535.36

О.І. Аксіментьєва, О.В. Конопельник, М.Я. Гриців,
П.Й. Стахіра, В.В. Черпак, О.Б. Дорош

Львівський національний університет імені Івана Франка,
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра електронних приладів

ОПТИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ З ЕЛЕКТРОХРОМНИМ ПОЛІМЕРНИМ ШАРОМ

© Аксіментьєва О.І., Конопельник О.В., Гриців М.Я.,
Стахіра П.Й., Черпак В.В., Дорош О.Б., 2003

Перспективним методом одержання невиспромінювальних дисплеїв є застосування електрохромних органічних плівок на прозорих поверхнях, що також дає можливість створювати оптоелектронні пристрої з тривалою оптичною пам'яттю [1–3]. Запропоновано конструкції для електрохромних дисплеїв з шаром WO_3 у протонному електроліті, здатні до зміни кольору від безбарвного до синього під дією прикладеного потенціалу. Великий інтерес як електрохромні матеріали викликають електропровідні полімери, зокрема, поліанілін і його похідні.

Perspective method for non-emissive display production is the application of electrochromic organic films on transparent surfaces, which also gives a possibility to create optoelectronic devices with long memory storage. A number of constructions are proposed for electrochromic display based on WO_3 layer with color change from white to blue following to applied potential. It's known that electrochromic displays on the base of organic dyes harmonize with the background and are soft for human eyes, but their erasing-rewriting rate is slow.

Вступ

Під дією прикладеного потенціалу в 3-електродних комірках (робочий електрод, протиелектрод, електрод порівняння) за наявності протонного електроліту змінюється забарвлення в широкому діапазоні кольорів – від повністю безбарвного до жовтого, зеленого, синього, пурпурного і фіолетового [1, 2, 4, 5]. При дослідженні електрохромних переходів в плівках спряжених поліаренів встановлено [4, 7], що найбільш перспективними матеріалами такого типу є поліанілін (ПАН) та поліортотолуїдин (ПОТІ). У цій роботі розглянуто можливість створення оптичного елемента, який би міг працювати як за три-, так і за двоелектродною схемою при використанні цих полімерів як активного електрохромного шару [6, 7].

Експериментальна частина

Одержання електрохромного полімерного шару здійснювалось у трисекційній електрохімічній чарунці шляхом електролізу 0.1М розчинів мономерів (*o*-толуїдину, аніліну,) в 0.5 М H_2SO_4 згідно з [5–7]. Скляні пластинки, вкриті з одного боку шаром SnO_2 , були використані як робочі електроди, Pt – як допоміжний електрод і Pt дротинка як електрод порівняння. Зміну оптичної густини плівок в інтервалі $\lambda=320\text{--}1000$ нм. при циклічній розгортці потенціалу досліджували в кварцовій електрохімічній комірці, підключеній за 3-електродною схемою до потенціостата ПІ–50 і заповненій розчином протонної кислоти. Комірка знаходилась в робочій камері спектрофотометра СФ-26. Оптичні властивості елемента, що працює за 2-електродною схемою, досліджувались за допомогою монохроматора КСВУ-6. Світло, що виходило з монохроматора, після проходження зразка потрапляло у фотопомножувач, з якого знімалися покази. Вимірювання проводились у спектральному діапазоні 450–1000 нм. У цій області оптичні властивості були виміряні при двох крайніх напругах прикладених до зразка – 1,5 В для затемнення і 2 В для просвітлення, а також при відсутності поля. За допомогою цієї експериментальної схеми вимірювався час реакції зразка на прикладену напругу. Покази фотопомножувача подавались на осцилограф. Криві знімалися при крайніх напругах 1,5 В на затемнення і 2 В на просвітлення при довжинах хвиль 558 нм, 575 нм, 595 нм і 610 нм.

Результати та їх обговорення

Знайдено [7], що процеси відновлення електрохромного полімерного шару спричиняють утворення безбарвної форми поліаміноаренів з максимумом поглинання в області 380–420 нм (π - π^* -перехід в забороненій зоні). Процеси електрохімічного окислення вкритого полімерним шаром SnO_2 електроду викликають перехід від безбарвної форми до жовтого і зеленого кольору плівок ПАН і ПОТІ. Такий перехід спричиняє появу широкої смуги поглинання в діапазоні $\lambda=700\text{--}850$ нм, що пов'язується з появою в органічних напівпровідниках делокалізованих станів [1, 4].

Для характеристики електрохромних змін, які відбуваються в полімерних плівках, досліджувалась зміна оптичної густини або пропускання як функція прикладеного потенціалу та часу для різних довжин хвиль, які відповідають абсорбційним максимумам. Знайдено, що при переключенні потенціалу досить помітні зміни спостерігаються для довгохвильової смуги (700–850 нм) порівняно зі смугою 380–420 нм, що, можливо, пов'язано зі зміною концентрації вільних носіїв при переключенні потенціалу.

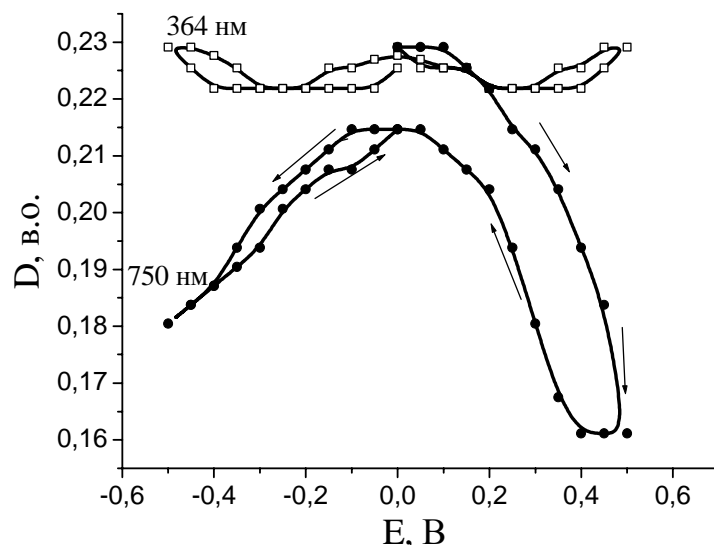


Рис. 1. Зміна оптичної густини плівки поліаніліну на довжині хвилі 750 нм при зміні потенціалу від -0,5 до 0,5 В (відносно Pt) при швидкості розгортки потенціалу 5 мВ/с

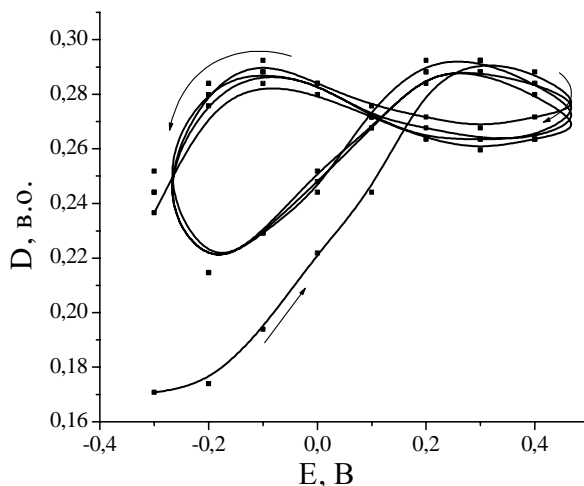


Рис. 2. Зміна оптичної густини плівки полі-орто-толуїдину при циклуванні потенціалу від -0,3 до 0,5 В (відносно Pt) в 1 М розчині толуолсульфокислоти (ТСК) при швидкості розгортки потенціалу 20 мВ/с

При циклічній розгортці потенціалу в діапазоні від $-0,5$ до $+0,5$ В спостерігається забарвлення/знебарвлення пролімерного шару, якому відповідають криві зміни оптичної густини, які мають форму дещо несиметричної вісімки, характерної для електрохромної поведінки полімерів (рис. 2). Залежно від швидкості розгортки крива зміни оптичної густини з потенціалом може мати форму як вісімки, так і еліпса або петлі, що добре узгоджується з результатами, опублікованими для інших електрохромних плівок, зокрема, полі-орто-метоксіаніліну [2, 8].

Під'єднання оптичних елементів за 3-електродною схемою дозволяє чітко регулювати зміну кольору плівок і оптичної густини за допомогою малих змін потенціалу робочого електрода відносно електрода порівняння. Однак така конструкція є доволі незручною при застосуванні і вимагає додаткового пристрою для електрода порівняння. Виходячи з цього, для практичної реалізації запропоновано конструкцію електрохромного оптичного елемента з поліаніліновим шаром, який працює за 2-електродною схемою (рис. 3).

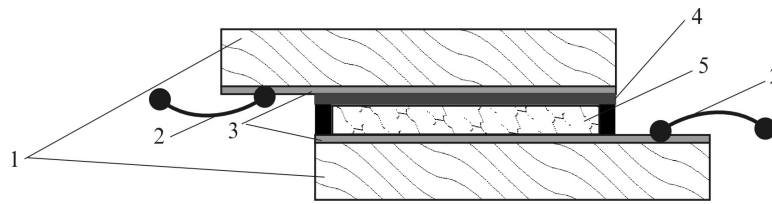


Рис. 3. Схематичне зображення дослідного зразка: 1 – скляні пластини; 2 – металеві електроди; 3 – станатне покриття; 4 – полімерна плівка; 5 – електроліт

При застосуванні 2-електродної комірки у всіх випадках спостерігалась зміна оптичної густини і контуру смуг поглинання при накладанні напруги (рис. 4), що свідчить про збереження електрохромного ефекту при запропонованій схемі під'єднання.

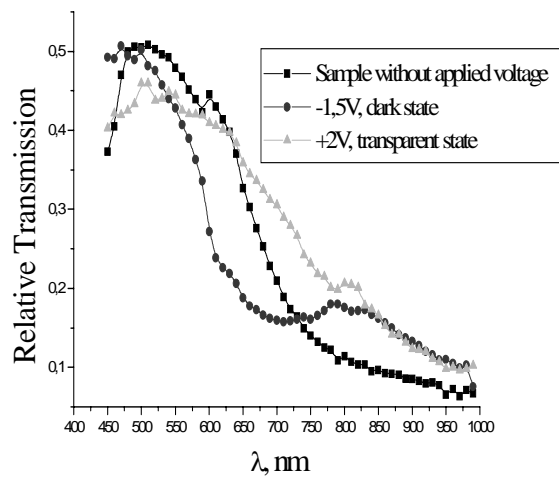


Рис. 4. Зміна спектрів пропускання при різних напругах на 2-електродному оптичному елементі: $U = 0$ (1); $-1,5$ (2); $2,0$ В (3). Визначенні часи під'єднання та вимкнення становлять відповідно 23 та 18 мс, що добре узгоджується з даними електрохімічних вимірювань і є в межах швидкодії, яка вимагається для електрохромних дисплеїв [3]

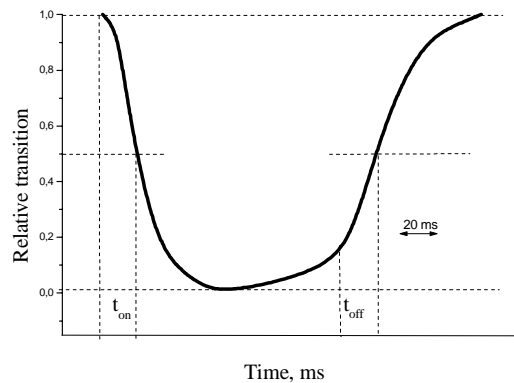


Рис. 5. Електрохромний відклик елемента з поліаніліновим шаром в $0,5M$ H_2SO_4 при довжині хвилі 575 нм і зміні напруги від 0 до $+1,5V$

Запропоновані оптичні елементи на основі спряжених поліаренів є м'якими для людського ока, не дають шкідливого електромагнітного та іонізуючого випромінення, і тому можуть застосовуватись в побутовій електронній техніці, дисплеях і моніторах, а також для конструювання світлових клапанів, оптичних фільтрів, сенсорних пристроїв.

1. Yano J., *Electrochem. Soc.*, 144, № 2 (1997) 477. 2. Goncalves D., Matvienko B. and Bulhoes L.O.S., *Synth.Metals*, 83 (1996) 147. 3. Дисплеи / Под ред. Ж. Панкова. Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – С.228–264. 4. Foot P.J.S. and Simon R., *J. Phys. D: Appl.Phys.* 22 (1989) 1598. 5. Choi S.-J. and Park S.-M., *J. Electrochem. Soc.*, 149, № 2 (2002) E26. 6. Zotti G., Cattarinn S and Comisso N., *J. Electroanal. Chem.*, 235 (1987) 259. 7. Konopelnik O., Aksimentyeva O.I., Grytsiv M.Ya. // *Mater.Sci.* – 2002. – Vol.20, № 4. – P.49. 8. Goncalves D., Faria R.C., Yonashiro M.and Bulhoes L.O.S. // *J. Electroanal. Chem.*, 487(2000) 90.

Władysław Proszak, Danuta Proszak, Oleksandra Hotra*, Oleg Melnyk**

Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland

*Lviv Medical University, Department of Biophysics

**Lviv Polytechnic National University, Department of Electronic Devices

ELECTRONIC PSYCHROMETER BASED ON AUGUST – ASSMANN METHOD

© Proszak W., Proszak D., Hotra O., Melnyk O., 2003

Наведено результати розробки, моделювання та описано функціонування електронного психрометра на основі методу Огуста–Асмана.

The design, modelling and operation of electronic psychrometer based on August-Assmann method are considered at the paper.

1. Introduction

Psychrometer is a classical tool for measurements of air humidity. It is based on well known phenomenon of different decrease of temperature of moist and dry surfaces placed in the same environmental conditions. This phenomenon is caused by diversion of certain heat related with evaporation of water form moist surface.

Temperature registered by thermometer wrapped in moisten gauze is called the temperature of wet thermometer. This temperature is influenced by starting temperature of water in gauze and heat exchange between gauze surface and environment. Those mechanisms are described below.

Let us assume a drop of water suspended in moisten air. Temperature of the drop is t_k , and related pressure of saturation p_k . Temperature of surrounding air is t , and partial pressure of water vapour p_w .

When $p_k > p_w$, water evaporates, what demands bringing to the drop (by convection or radiation) external heat from the environment. If starting value of t_k is higher then t , certain amount of heat is taken from the drop. If starting value of t_k is lower then t , certain value of heat collected